

แบบนำเสนอผลผลิตการวิจัย
โครงการวิจัยเงินประมาณ (เงินรายได้/แผ่นดิน ระบุ) เงินรายได้
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลโครงการวิจัย

ปีงบประมาณ 2567

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์ฤทธิ์ เสนาจิตร

หน่วยงาน..... คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี.....

ลักษณะโครงการวิจัย

โครงการวิจัยเดี่ยว

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการวิจัย..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์ฤทธิ์ เสนาจิตร

หน่วยงาน..... คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี.....

โครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดทดลองวงจรเรียงกระแสไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง 1 เฟส ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง สำหรับผู้เรียนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาไฟฟ้า”

จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุนการวิจัย 80,000บาท

ชุดโครงการวิจัย

ชื่อ-สกุล หัวหน้าชุดโครงการวิจัย

หน่วยงาน.....

ชื่อชุดโครงการวิจัย เรื่อง

จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุนชุดโครงการวิจัย บาท

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการวิจัยย่อย

หน่วยงาน.....

ชื่อโครงการวิจัยย่อย เรื่อง

จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุนโครงการวิจัยย่อย บาท

ส่วนที่ 2 การส่งรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (กรณีไม่ส่ง OP 1)

1. ส่งสถาบันวิจัยและพัฒนา รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ จำนวน.....ชุด และอิเล็กทรอนิกส์ไฟล์ จำนวน.....ชุด
2. ส่งหน่วยงานที่สังกัด รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ จำนวน6.....ชุด

ส่วนที่ 3 ผลผลิต/ผลลัพธ์/การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

กรณีโครงการวิจัยต่อเนื่อง ระบุปีของผลผลิต ปีที่ 1 ปีที่ 2 ปีที่ 3

1. ผลผลิตตามกรอบวงเงิน ที่ระบุไว้ตามประกาศมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย เรื่อง การติดตาม ประเมินผล การส่งรายงานฉบับสมบูรณ์และผลผลิตจากงานวิจัย พ.ศ. 2561

1.1 โครงการวิจัย-เงินรายได้ ประเภทการวิจัยทั่วไป การวิจัยในชั้นเรียน

งบประมาณวิจัย	ผลผลิต	
ไม่เกิน 100,000 บาทต่อปี	<input checked="" type="radio"/>	1. บทความวิจัย ต้องได้รับตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัยฉบับสมบูรณ์ ในเอกสารสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ (proceeding) จำนวนอย่างน้อย 1 บทความ หรือสูงกว่า
มากกว่า 100,000 บาทต่อปี	<input type="radio"/>	1. บทความวิจัย ต้องได้รับตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการระดับชาติ ที่มีระบบตรวจสอบคุณภาพของต้นฉบับ (peer review) ที่ปรากฏในฐานข้อมูล TCI กลุ่มที่ 2 จำนวนอย่างน้อย 1 บทความ หรือสูงกว่า

1.2 โครงการวิจัย-เงินงบประมาณแผ่นดิน

งบประมาณวิจัย	ผลผลิต	
ไม่เกิน 300,000 บาทต่อปี	<input type="radio"/>	1. งานสร้างสรรค์ ต้องมีการเผยแพร่สู่สาธารณะภายในประเทศระดับชาติ จำนวนอย่างน้อย 1 ครั้ง และบทความวิจัยต้องได้รับตีพิมพ์เผยแพร่ บทความวิจัยฉบับสมบูรณ์ในเอกสารสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ ระดับชาติ (proceeding) จำนวนอย่างน้อย 1 บทความ หรือ
	<input type="radio"/>	2. บทความวิจัย ต้องได้รับตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัยฉบับสมบูรณ์ใน เอกสารสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ (proceeding) หรือ ผลงานวิจัย ที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับชาติที่มีระบบตรวจสอบ คุณภาพของต้นฉบับ (peer review) ที่ปรากฏในฐานข้อมูล TCI กลุ่มที่ 2 จำนวนอย่างน้อย 1 บทความ หรือสูงกว่า
	<input type="radio"/>	3. สิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรม ต้องนำไปจดทรัพย์สินทางปัญญา จำนวนอย่าง น้อย 1 ผลงาน
300,001-500,000 บาทต่อปี	<input type="radio"/>	1. บทความวิจัย ต้องได้รับตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัยฉบับสมบูรณ์ ในเอกสารสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ (proceeding) หรือผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการระดับชาติหรือ

งบประมาณวิจัย	ผลผลิต	
		นานาชาติ ที่มีระบบตรวจสอบคุณภาพของต้นฉบับ (peer review) ที่ปรากฏในฐานข้อมูล TCI กลุ่มที่ 1 จำนวนอย่างน้อย 1 บทความ หรือ สูงกว่า
	<input type="radio"/>	2. สิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรม ต้องนำไปจดทรัพย์สินทางปัญญา จำนวน อย่างน้อย 1 ผลงาน
500,001-1,000,000 บาทต่อปี	<input type="radio"/>	1. บทความวิจัย ต้องได้รับตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ที่ปรากฏ ในฐานข้อมูลระดับนานาชาติ ตามประกาศ ก.พ.อ. หรือระเบียบ คณะกรรมการการอุดมศึกษา ว่าด้วยหลักเกณฑ์การพิจารณาวารสารทาง วิชาการสำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ. 2556 จำนวนอย่าง น้อย 1 บทความ หรือ
	<input type="radio"/>	2. สิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรม ต้องนำไปจดสิทธิบัตร หรืออนุสิทธิบัตร จำนวนอย่างน้อย 1 ผลงาน
มากกว่า 1,000,000 บาทต่อปี	<input type="radio"/>	1. บทความวิจัย ต้องได้รับตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ที่ปรากฏ ในฐานข้อมูลระดับนานาชาติ ตามประกาศ ก.พ.อ. หรือระเบียบ คณะกรรมการการอุดมศึกษา ว่าด้วยหลักเกณฑ์การพิจารณาวารสารทาง วิชาการสำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ. 2556 จำนวนอย่าง น้อย 2 บทความ หรือ
	<input type="radio"/>	2. สิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรม ต้องนำไปจดสิทธิบัตร หรืออนุสิทธิบัตร จำนวนอย่างน้อย 2 ผลงาน

2. ผลผลิตการวิจัย (แบบหลักฐานผลผลิต)

2.1 การตีพิมพ์ผลงานในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ (proceeding) ระดับชาติ/นานาชาติ

ระบุรายละเอียดผลงานที่ตีพิมพ์ให้ชัดเจน เช่น ชื่อบทความ ชื่อผู้แต่ง ชื่องานประชุมวิชาการ วันที่จัดงานประชุม สถานที่จัด จังหวัดหรือเมือง ประเทศ เป็นต้น

ชื่อบทความ การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง สำหรับผู้เรียน
..... รายวิชาอิเล็กทรอนิกส์และการประยุกต์ใช้งาน หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาไฟฟ้า
ชื่อผู้แต่ง/คณะผู้แต่ง นรงค์ฤทธิ์ เสนาจิตร. นุชจิเรศ แก้วสกุล, กรภัทร เฉลิมวงศ์ และ สืบสาย สุขสง.....

ชื่องานประชุมวิชาการ การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 17.....

The 16th National Conference on Technical Education.....

(NCTechED16).....

วันที่จัดงานประชุม ระหว่างวันที่ 6-7 มิถุนายน 2567
สถานที่จัด ณ หอประชุมเบญจรัตน์ อาคารนวมินทร์ราชินี และคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม (อาคาร 52)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
จังหวัดหรือเมือง และประเทศ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร
หน้าของบทความ 217-223

2.2 การตีพิมพ์ผลงานในวารสารวิชาการระดับชาติ/นานาชาติ ระบุรายละเอียดผลงานที่ตีพิมพ์ให้ชัดเจน เช่น ชื่อ
บทความ ชื่อผู้แต่ง ชื่อวารสาร ฐานข้อมูลของวารสาร (TCI กลุ่ม 1 หรือ 2, SJR, ISI, Scopus ฯลฯ) ปี และฉบับที่ตีพิมพ์
เป็นต้น

ชื่อบทความ.....
ชื่อผู้แต่ง/คณะผู้แต่ง
ชื่อวารสาร
ฐานข้อมูลของวารสาร
ปีที่พิมพ์ ฉบับที่..... หน้า.....

กรณีบทความอยู่ระหว่างรอการตีพิมพ์ ให้แนบใบตอบรับการตีพิมพ์ (letter of acceptance) จากวารสาร
หรือสำนักพิมพ์

2.3 การยื่นจด สิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ลิขสิทธิ์
ยื่นจดแล้ว เมื่อ

3. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ (ถ้ามี)

- 1) ลักษณะการนำไปใช้ประโยชน์ ใช้ประกอบการเรียนการสอนภาคปฏิบัติฯ สำหรับผู้เรียนรายวิชาปฏิบัติการไฟฟ้า
กลุ่มเป้าหมาย นักศึกษาหลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
- 2) ลักษณะการนำไปใช้ประโยชน์.....
กลุ่มเป้าหมาย

4. การได้รับรางวัลประกาศเกียรติคุณจากผลงานวิจัย (ถ้ามี แนบสำเนาหลักฐานรางวัล)

ชื่อผลงานวิจัย
รางวัลที่ได้รับ
ประเภทรางวัล
ผู้ให้รางวัล



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์ฤทธิ์ เสนาจิตร)

หัวหน้าโครงการวิจัยเดี่ยว

วันที่ 29 สิงหาคม 2568

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไชยยะ ธนพัฒน์ศิริ)

หัวหน้าหน่วยงาน (คณบดี/ผู้อำนวยการ)

วันที่ _____

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง
สำหรับผู้เรียนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน
หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาไฟฟ้า

นรงค์ฤทธิ์ เสนาจิตร^{1*} นุชจิเรศ แก้วสกุล² กรภัทร เฉลิมวงศ์³ สืบสาย สุขสง⁴
สันติภาพ เพชรคำ⁵ อภิเดช หัสรัมย์⁶ และ ภูวดล หล้าสุบ⁷

บทคัดย่อ

การวิจัยการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลังสำหรับผู้เรียนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาไฟฟ้า มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1)พัฒนาและหาคุณภาพของสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง วิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน 2)หาประสิทธิภาพทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง วิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน 3)หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง วิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน 4)ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนการสอนรูปแบบ ชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง วิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับงานวิจัย คือ นักศึกษาสาขาวิชาไฟฟ้า ชั้นปีที่ 3 ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน ในปีการศึกษา 1/2566 คณะครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จำนวน 20 คน ด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย 1)ชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 2)แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 3)แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 4)แบบประเมินประสิทธิภาพของชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 5)แบบประเมินความพึงพอใจของชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า 1)คุณภาพของชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง สำหรับรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน โดยภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.68, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.47) 2)ประสิทธิภาพชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง สำหรับรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน โดยภาพรวมประสิทธิภาพระหว่างใช้ (E1) และประสิทธิภาพหลังใช้ (E2) มีประสิทธิภาพร้อยละ 80/86 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 3)ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโดยหลังจากผู้เรียนได้เรียนด้วยชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง โดยภาพรวมผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ ดีมาก (ค่าเฉลี่ย 4.52, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59)

คำสำคัญ : วงจรเรียงกระแส, ชุดทดลองภาคปฏิบัติการ, การหาประสิทธิภาพ, อิเล็กทรอนิกส์กำลัง

¹⁻⁴อาจารย์หลักสูตรสาขาวิชาไฟฟ้า คณะครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

⁵⁻⁷นักศึกษาคณะครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า คณะครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร 081-5578495 อีเมล; narongrit.s@rmutsv.ac.th

The Development and Efficiency Determination of Power Electronics Laboratory Experimental Set for Learners of Power Electronics and Its Applications Bachelor of Industrial Education Program in Electricity

Narongrit Sanajit^{1*} Nutjired Kheowsakul² Korrapat Chalermwong³ Suebsai Suksong⁴
Santipap Petdam⁵ Apidet Hasarangsee⁶ and Puwadon Lamsup⁷

บทคัดย่อ

Research on the development and efficiency of power electronics lab kits for students in the subject of power electronics and applications. The Bachelor of Industrial Education Program in Electrical Engineering has the objective of 1) Develop and find quality teaching media in the form of power electronics lab sets. Subject: Power electronics and applications 2) Find the academic efficiency of students who study with teaching media in the form of power electronics laboratory experiments. Subject: Power electronics and applications 3) Find the academic achievement of students who study with teaching media in the form of a power electronics laboratory experiment set. Subject: Power electronics and applications 4) Study student satisfaction with teaching media formats. Power electronics laboratory experiment set Subject: Power electronics and applications The sample group used for the research was 3rd year Electrical Engineering students enrolled in the subject Power Electronics and Applications in the academic year 1/2023, Faculty of Industrial Education and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, 20 people, using purposive random sampling method. The tools used in this research include: 1) a power electronics laboratory experiment set 2) Quality assessment form for power electronics laboratory experiment sets 3) Test to measure academic achievement of the power electronics lab set 3) Performance evaluation form for the power electronics laboratory experiment set 5) Satisfaction assessment form for the power electronics lab set Data were analyzed using statistics according to E2/E1 efficiency criteria, academic achievement and satisfaction questionnaire evaluation criteria. It is a 5-level rating scale questionnaire. The results of this research found that 1) Quality of the power electronics laboratory set for the subject of power electronics and applications Overall, the quality is at a very good level (mean 4.68, standard deviation 0.47). 2) Efficiency of the power electronics laboratory experiment set. For the subject of power electronics and applications Overall, the efficiency during use (E1) and the efficiency after use (E2) are 80/86 percent effective, which is in accordance with the set criteria of 80/80. 3) The academic achievement of students after the students have studied with Power electronics laboratory experimental media set Resulting in students' academic achievement being significantly improved at the .05 level and 4) Student satisfaction with the power electronics laboratory experimental media set. Overall, the sample students Satisfaction was at the very good level (mean 4.52, standard deviation 0.59).

Keywords: Rectifier Circuit, Laboratory Experimental Set, Efficiency, Power Electronics

¹⁻⁴Lecturers in Electrical Education Program, Faculty of Industrial Education and Technology, RUTS

⁵⁻⁷Student in Electrical Education Program, Faculty of Industrial Education and Technology, RUTS

* Author Contact, Tel: +66815578495 mail ; narongrit.s@rmutsv.ac.th

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ ในยุคปัจจุบันการศึกษาด้านเทคโนโลยี มีความก้าวหน้าและได้มีการพัฒนาไปอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว ในการเรียนการสอนที่ใช้เทคโนโลยีโดยเฉพาะด้านอิเล็กทรอนิกส์ มีบทบาทสำคัญอย่างมากในระบบการศึกษา ทุกระดับชั้นต่างมีการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนของตัวเองให้ความหลากหลายทันสมัยเป็นปัจจุบัน ซึ่งการจัดการเรียนการสอนด้านการลงมือปฏิบัติมีน้อยมาก เป็นเหตุทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในด้านการลงมือปฏิบัติ แต่ในทางการศึกษาที่จะก่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุดจะต้องมีการเรียนรู้ในด้านทฤษฎีและปฏิบัติควบคู่กันไป [1] โดยเฉพาะการเรียนในด้านวิศวกรรมเป็นการเรียนที่ขาดการทำความเข้าใจ ถ้าผู้เรียนได้ศึกษาแต่ในทางด้านทฤษฎีอย่างเดียวก็อาจจะทำให้ผู้เรียนไม่มีทักษะในด้านการปฏิบัติงานและไม่สามารถทำงานจริงได้โดยงานวิจัยนี้จะนำเสนอสื่อการเรียนการสอนทางการปฏิบัติ

ในส่วนของวงจรไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังต่าง ๆ ได้มีการนำอุปกรณ์จำพวกสารกึ่งตัวนำมาใช้ สารกึ่งตัวนำถูกพัฒนาในวงจรเรียงกระแส ให้มีศักยภาพและประสิทธิภาพจนมีขีดความสามารถที่สูงขึ้น ดังนั้นเพื่อให้มีการพัฒนาการเรียนการสอนทางด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลังควรจะมีการพัฒนาเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีในยุคปัจจุบัน จากการสำรวจนักศึกษา สาขาวิชาไฟฟ้า วิชาเอกไฟฟ้ากำลัง ในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน พบว่าผู้เรียนนั้นใช้การคิดจินตนาการ วิเคราะห์และคำนวณค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์กำลังทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าเรียนยาก ขาดแรงจูงใจ และไม่สามารถจินตนาการในรูปแบบสภาพความเป็นจริงของวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์กำลังได้ จากปัญหาดังกล่าวมีแนวคิดที่จะนำเอาวิธีการสอนแบบทดลองมาจัดการเรียนการสอน เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน โดยเน้นให้ผู้เรียนได้รับความรู้จากประสบการณ์ตรง โดยการสังเกตและการทดลอง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสนใจในวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์มากยิ่งขึ้นและเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะ การต่อวงจรในการทดลอง [2-4]

ดังนั้นผู้จัดทำวิจัยในเรื่องการพัฒนาชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาและหาประสิทธิภาพของการพัฒนาชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลังเรื่องวงจรเรียงกระแสไฟฟ้า ซึ่งประกอบไปด้วยวงจรเรียงกระแสไฟฟ้า วงจรเอซี – ดีซี (AC - DC) วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบไม่ควบคุมแรงดันเอาต์พุต 1 เฟส วงจรเอซี-เอซี (AC – AC) วงจรควบคุมไฟกระแสสลับแบบควบคุมสองทิศทาง 1 เฟส เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน ส่งผลให้ผู้เรียนได้รับความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้เป็นอย่างดีและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนวิชาที่เกี่ยวข้องกับวิชาด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลังได้ ทำให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ตลอดจนผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ อันเป็นการพัฒนาศักยภาพในการเรียนเทคโนโลยีขั้นสูงต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง วิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง วิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน

1.2.3) เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง วิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน

1.2.4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนการสอนรูปแบบ ชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง วิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน

1.3. สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1) ชุดทดลองปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง สำหรับรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ ใช้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพไม่ต่ำกว่าระดับดี

1.3.2) ชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง สำหรับรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้ มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.3.3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วย ชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง สำหรับรายวิชา อิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน ทำให้ผู้เรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

1.3.4) ชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง สำหรับรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน มี ไม่ต่ำกว่าระดับดี

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

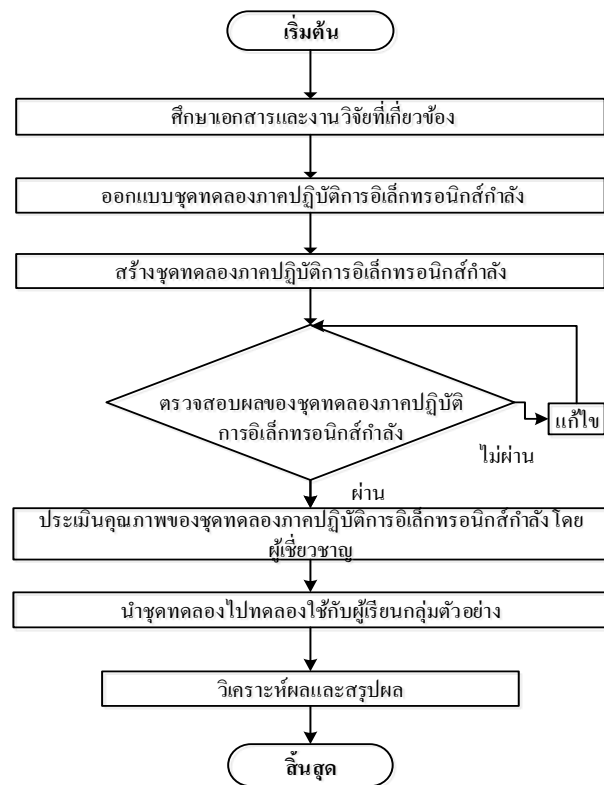
จากการศึกษางานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดทดลองวงจรเรียง กระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นของนักเรียนหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ พบว่าประสิทธิภาพของชุดทดลอง วงจรเรียงกระแสพบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการจาก แบบทดสอบระหว่างเรียน E1 เท่ากับ 81.30 และประสิทธิภาพ ของผลลัพธ์จากแบบทดสอบหลังเรียน E2 เท่ากับ 80.50 ซึ่งได้ ประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80:80 การเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางเรียนที่ใช้งานชุดทดลองวงจรเรียงกระแส อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานชุด ทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พบว่า มีความ พึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก [5]

จากการศึกษางานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดฝึกสมรรถนะงาน อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 วิชา อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม รหัสวิชา 2105-2111 หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 สำนักงาน คณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผลการวิเคราะห์ระดับความ คิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อ ชุดฝึกสมรรถนะงาน อิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 อยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียน กลุ่มทดลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่

ระดับ .05 และผลกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและวัดผล สัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 นักเรียนที่ทดสอบ สมรรถนะผ่านการทดสอบคิดเป็นร้อยละ 100 ผลการประเมิน ระดับความพึงพอใจต่อชุดฝึกสมรรถนะงานอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม บอร์ด WD 81-84 แปลผลได้ว่าอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด [6]

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ศึกษาเนื้อหา รายวิชา อิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน ศึกษาการพัฒนา ชุดทดลองการออกแบบใบงาน การหาประสิทธิภาพ การหา ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน และความพึงพอใจของผู้เรียน

3.2 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากร คือ นักศึกษาสาขาวิชาไฟฟ้า ชั้นปีที่ 3 ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา อิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน ในปีการศึกษา 1/2566 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จำนวน 2 กลุ่มเรียน กลุ่มที่ 1 จำนวน 33 คน และกลุ่มที่ 2 จำนวน 20 คน รวมทั้งหมด 53 คน

กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาไฟฟ้า ชั้นปีที่ 3 ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน ในปีการศึกษา 1/2566 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย กลุ่มที่ 1 จำนวน 20 คน โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1) ชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

3.3.2) แบบประเมินคุณภาพของชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

3.3.3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์คือแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) จำนวน 2 หน่วย ทั้งหมด 60 ข้อ

3.3.4) แบบประเมินประสิทธิภาพของชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง โดยใช้แบบใบงานการทดลองและแบบทดสอบหลังเรียน

3.3.5) แบบประเมินความพึงพอใจของชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

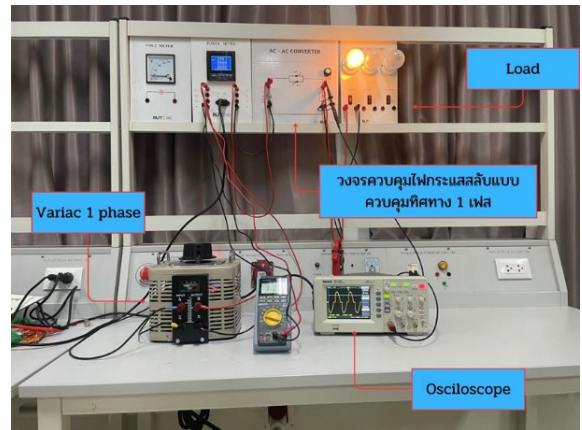
3.4 ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1) สร้างความเข้าใจ อธิบาย และชี้แจงให้ผู้เรียนทราบเกี่ยวกับ วิธีการ ใช้ชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

3.4.2) ชี้แจงกับตัวอย่างเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยการสาธิต

3.4.3) กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน ใบงานการทดลอง และแบบทดสอบหลังเรียนของแต่ละหน่วย และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ผล

3.4.4) เก็บรวบรวมความพึงพอใจของผู้เรียน โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้น



รูปที่ 2 การต่อวงจรควบคุมไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสในห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 3 การทดลองใช้สื่อที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.5 วิเคราะห์ผลและสรุปผล

3.5.1) การหาคุณภาพของชุดทดลองโดยสถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.2) การวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพโดยใช้สถิติ [5] จากสูตรการคำนวณค่าประสิทธิภาพ E1/ E2

3.5.3) วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยสถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติ t-test dependent ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.4) ความพึงพอใจของผู้เรียนโดยใช้ค่าเฉลี่ย, S.D. [7] และนำค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ผลความพึงพอใจซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ 4.50-5.00 (ดีมาก), 3.50-4.49 (ดี), 2.50-3.49 (พอใช้), 1.50-2.49 (ปรับปรุง), 1.00-1.49 (ควรปรับปรุง)

4. ผลการวิจัย

4.1 การหาคุณภาพของชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ความหมาย
1. ด้านการออกแบบของชุดทดลอง	4.75	0.45	ดีมาก
2. ด้านการนำไปใช้งานของชุดทดลอง	4.75	0.45	ดีมาก
3. ด้านความเหมาะสมของคู่มือการใช้งานชุดทดลอง	4.50	0.52	ดี
4. ด้านแบบทดสอบหลังเรียน	4.44	0.53	ดี
5. ด้านใบงานการทดลอง	4.83	0.39	ดีมาก
6. ด้านคุณค่าและประโยชน์ของชุดทดลองต่อการเรียนการสอน	4.83	0.41	ดีมาก
รวมเฉลี่ยทุกด้าน	4.68	0.47	ดีมาก

จากตารางที่ 1 พบว่าผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คนเห็นว่าโดยภาพรวมคุณภาพของชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลังขั้นพื้นฐาน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก ด้วยค่าเฉลี่ย 4.68 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.47

4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดทดลอง(N=20)

ใบงานการทดลอง			แบบทดสอบหลังเรียน			ประสิทธิภาพ E1/E2
คะแนนเต็ม	\bar{X}	E1	คะแนนเต็ม	\bar{X}	E2	
20	8	80	20	8	86	80/86

จากตารางที่ 2 จะพบว่าชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลังมีประสิทธิภาพ 80/86 ซึ่งไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

4.3 ผลการวิเคราะห์สัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

แบบทดสอบ	N	T	\bar{X}	S.D.	$t_{\text{คำนวณ}}$	$t_{\text{ตาราง}}$
แบบทดสอบก่อนเรียน	20	20	8.50	2.01	5.238*	1.729
แบบทดสอบหลังเรียน	20	20	18.35	0.67		

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 , df = 20

จากตารางที่ 3 พบว่าผู้เรียนทำคะแนนหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 18.35 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ย 8.50 สรุปได้ว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนมากกว่าแบบทดสอบก่อนเรียน

4.4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		แปลผล
	\bar{X}	S.D.	
1. ด้านชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง	4.54	0.67	ดีมาก
2. ด้านแบบทดสอบก่อน - หลังการทดลอง	4.45	0.50	ดี
3. ด้านใบงานการทดลอง	4.49	0.60	ดี
4. ด้านคู่มือการทดลอง	4.38	0.59	ดี
5. ด้านคุณค่า ความรู้ และประโยชน์ที่ได้รับ	4.70	0.53	ดีมาก
เฉลี่ยทุก ๆ ด้าน	4.52	0.59	ดีมาก

จากตารางที่ 4 นักศึกษากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลังขั้นพื้นฐาน โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.59)

5. สรุปผลการวิจัย

5.1 การพัฒนาและหาคุณภาพของชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลังสำหรับผู้เรียนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาไฟฟ้าได้สร้างชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ตามวัตถุประสงค์ และปรับปรุงตามที่ผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำ โดยภาพรวมผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินด้านคุณภาพของสื่อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.47)

5.2 ชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลังขั้นพื้นฐานที่ออกแบบและสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/86

5.3 การจัดเรียนการสอนโดยใช้ชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง พบว่านักศึกษากลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 20 คน ทำแบบทดสอบก่อนการทดลองได้ $\bar{X} = 8.50$, S.D. = 2.01 และในการทำแบบทดสอบหลังการทดลองได้ $\bar{X} = 18.35$, S.D. = 0.671 พบว่าค่า $t_{\text{คำนวณ}}$ มีค่าเท่ากับ 5.238 $t_{\text{ตาราง}}$ มีค่าเท่ากับ 1.7291 ซึ่งจะเห็นได้ว่า $t_{\text{คำนวณ}}$ มากกว่า $t_{\text{ตาราง}}$ นั่นคือหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนด้วยชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ทำให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.4 นักศึกษากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลังขั้นพื้นฐาน โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.59) ซึ่งซึ่งมีความคิดเห็นไปในทางเดียวกัน

6. อภิปรายผล

จากผลการวิจัยการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลังสำหรับผู้เรียนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังและการประยุกต์ใช้งาน พบว่า 1) คุณภาพของชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ที่ออกแบบและสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ระดับดีมาก ซึ่งสูงกว่าระดับที่ตั้งสมมติฐานไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญก่อนที่จะนำไปใช้ทดลอง และชุดทดลองที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นสื่อการเรียนรู้ มีคู่มือการทดลอง ที่ช่วยให้นักศึกษาเข้าใจหลักการทํางาน และสามารถใช้งานควบคู่กับคู่มือได้ด้วยตัวเอง 2) ชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ที่ออกแบบและสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 80/86 ไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 เนื่องจากประสิทธิภาพ E2 มีค่ามากกว่า E1 อาจจะเป็นเพราะว่า ในการทดสอบเก็บคะแนนระหว่างทำกิจกรรมในครั้งนี้ ผู้เรียนอาจจะยังอยู่ในขั้นของการกำลังศึกษาหาความรู้จากสื่อการเรียนรู้ เพื่อทำการทดลอง ผู้เรียนอาจจะเกิดองค์ความรู้มากกว่าเดิม เนื่องจากผู้เรียนได้ทบทวนและ เกิดกระบวนการคิด วิเคราะห์ ร่วมกับผู้สอนหลังทำการทดลองเพื่อทบทวนเนื้อหาเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนเก็บคะแนนหลังเรียนดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลังที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยชุดทดลองภาคปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์กำลัง มีผลสัมฤทธิ์ที่

สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ชุดการเรียนสร้างขึ้นอย่างเป็นระบบมีคุณภาพที่เพียงพอ และอาจจะเป็นประสบการณ์เรียนรู้ที่แปลกใหม่ทำให้ผู้เรียนมีความใส่ใจต่อเนื้อหาตลอดเวลา 4) ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้เป็นเพราะว่าชุดทดลองดังกล่าว สามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาและวิธีการทดลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง (วงจรเรียงกระแส) มากขึ้นและสามารถนำไปใช้ได้จริง

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Z. Qi, Y. Liu, J. Pan, X. Tian, H. Sun and S. Zhao, "Exploration and Practice of the Integration of Theory and Practice Based on Lessons of Robot Principle and Application," *2023 11th International Conference on Information and Education Technology (ICIET)*, Fujisawa, Japan, 2023, pp. 131-135, doi: 10.1109/ICIET56899.2023.10111460.
- [2] T.Phanprayoon, "Creating an electric motor control experiment set with Programmable Logic Controller," *Journal of teacher professional development*, vol.1, no.1, January - April 2020.
- [3] Thanakorn Muangrod and Anusorn Hengsathorn "Design and construction of an experimental set for controlling a three-phase induction motor with PLC" (Academic report). Bangkok: Siam University, 2013.
- [4] Nirun Kaewboonruang "Development and efficiency of a 3-phase electric motor control circuit experiment using low voltage electricity" (Academic report). Lamphang: EGAT Mae Moh Technology and Management College, 2014.
- [5] W. Alpert and A. Vaninsky, "Efficiency of college education in the labor market of the united states," *Proceedings of the 2014 Zone 1 Conference of the American Society for Engineering Education*, Bridgeport, CT, USA, 2014, pp. 1-5, doi: 10.1109/ASEEZone1.2014.6820633.
- [6] Sanya Phowong "The Development of Electronics Industry Competency Training Board WD 81-84.Electronics Industry Course, Code 2105-2111 Lower Vocational Education Certificate, 2013 B.E." *The 1st National Academic Conference "Innovation and Vocational Technology"* Northern Vocational Education Institute 2, 2013.
- [7] N. Kheowsakul, N. Senajit and T. Maneechay, "Designing and Building a Basic Programming Logic Controller (PLC) Kit for Teaching in the Programmable Logic Controller Course for Bachelor of Industrial Education Program," *2022 7th International STEM Education Conference (iSTEM-Ed)*, Sukhothai, Thailand, 2022, pp. 1-4, doi: 10.1109/iSTEM-Ed55321.2022.9920760.